

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-075629

(43) Date of publication of application : 20.03.1995

(51)Int.Cl.

A61B 5/107
A61B 5/00

(21)Application number : 05-247523

(71)Applicant : KAO CORP

(22)Date of filing : 07.09.1993

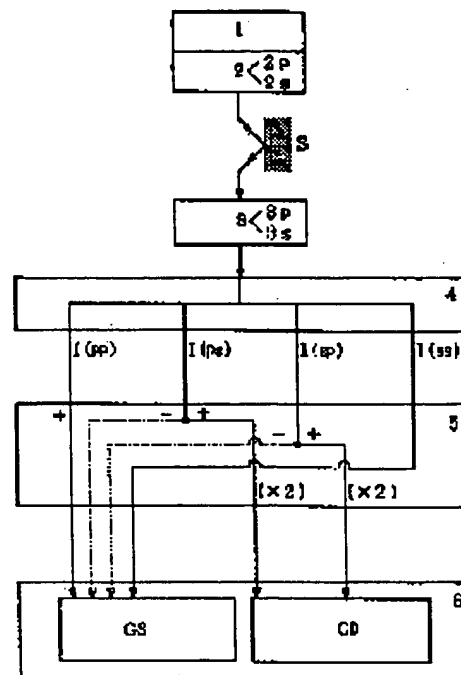
(72)Inventor : KOJIMA NOBUTOSHI

(54) METHOD AND DEVICE FOR OBSERVING SURFACE OF SKIN

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an image adapted to an actual quality sensation of the skin so that the skin can be evaluated exactly, and also, to quantitatively determining a surface state of the skin at the time of photographing the surface state of the skin to the image, separating a skin surface state such as fine wrinkles and pores of the skin, etc., and a skin internal state such as stains and freckles, etc., and analysing and evaluating them.

CONSTITUTION: An S polarized light and a P polarized light are made incident on the surface of the skin, respectively, and an S polarized light component and a P polarized light component of a reflected light in the case the S polarized light is made incident, and an S polarized light component and a P polarized light component of a reflected light in the case the P polarized light is made incident are photodetected, respectively, and based on their photodetecting intensity $I(pp)$, $I(ps)$, $I(sp)$, and $I(ss)$, a surface reflected light component or an internal reflected light component in the case a natural light is made incident on the skin is derived independently, and a surface reflected light image GS or an internal reflected light image GD is obtained. Also, in the surface reflected light component, a component of a space frequency belonging to an equivalent visual sense band of a visual sense system of a person is extracted, and by forming a surface reflected light image, or integrating the power of the extracted component, the surface state is determined quantitatively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

earching PAJ

<Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

Date of final disposal for application]

Patent number]

Date of registration]

Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the skin surface observation method and skin surface observation equipment. Furthermore, in detail, this invention relates to the skin surface observation method and skin surface observation equipment which acquire separately the reflected light picture on the front face of the skin, and the reflected light picture inside the skin using the polarization property of light, in order to carry out analysis evaluation of the irregular colors, such as a stain inside the ripple on the front face of the skin, pore, etc. and the skin, and a freckle.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to make up foundation etc. to the skin and to obtain the desired skin, the correspondence relation between the correspondence relation between the texture (say how the skin is visible to an observer) of the skin and the physical characteristic of the skin, the kind of makeup, an amount, and the physical characteristic of the skin which gave makeup is analyzed, and it is effective to define the makeup which should be given to the skin concerned. Therefore, it is made by the method various in analyzing and evaluating a skin surface state called irregular colors, such as a stain inside states, such as a ripple on the front face of the skin, and pore, or the skin, and a freckle, from before.

[0003] Although there is also a method of only carrying out photomacrography of the skin and analyzing a skin surface state on the basis of the picture as a method in this case, it cannot dissociate and this method cannot estimate [can analyze skin surface states, such as a ripple and pore, and skin internal states, such as a stain and a freckle, and] them. Therefore, in order to analyze states, such as a ripple and pore, separately from irregular colors, such as a stain and a freckle, and to enable it to evaluate them, the method of using polarization is proposed (JP,2-206426,A etc.).

[0004] That is, as shown in drawing 7 , it is the natural light LI to Skin S. If incidence is carried out, the part is reflected on a skin front face (surface reflected light LS), and others will be refracted inside the skin, will repeat dispersion and absorption, and they will carry out outgoing radiation from a skin front face again (internal reflection LD). In this case, the surface reflected light LS has the information on the front face of the skin (concavo-convex information, refractive index), and is internal reflection LD. It has the information inside the skin (the color of the skin, irregular color). Moreover, the surface reflected light LS When the natural light LI which carried out incidence has predetermined plane of polarization, it is an incident light LI. Although reflected as the linearly polarized light of the same plane of polarization, it is internal reflection LD.

Polarizability was lost.

[0005] In JP,2-206426,A, the light which has specific plane of polarization through the 1st polarizing filter is irradiated at the skin, the reflected light is received through the 2nd polarizing filter there, and the picture of the skin is formed. And in this case, the polarization direction of the 1st polarizing filter and the 2nd polarizing filter is changed, the surface direct reflected light is cut from light-receiving light, and the picture of the skin is mainly formed based on internal reflection. Thereby, states, such as a stain and a freckle, come to be acquired more clearly than the case where the polarization direction of the 1st polarizing filter and the 2nd polarizing filter is made the same.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the observation method on the front face of the skin of having used the conventional polarization, like above-mentioned JP,2-206426,A, since the picture based on internal reflection was formed only based on the light of the one polarization direction, there was a problem that the skin may be unable to be analyzed accurately and may be unable to be evaluated based on the picture from which the picture acquired was acquired unlike actual texture.

[0007] That is, the light used as the light source is usually the natural light. The natural light is a unpolarized light, S polarization (polarization which has a plane of vibration perpendicular to plane of incidence), and P polarization (polarization which has a plane of vibration parallel to plane of incidence) are included by the same intensity, and an observer will receive the reflected light of these both sides, and will take in the texture of the skin. On the other hand, although the reflectivity of this S polarization and P polarization differs greatly according to an incident angle, for example, S polarization shows a considerable reflection factor with a specific incident angle, P polarization is not reflected at all. Therefore, the picture and texture by which the picture formed based on either S polarization or P polarization is actually observed will differ from each other.

[0008] This invention tends to solve the technical problem of the above conventional technology, and photographs the surface state of the skin in a picture, and it is made not differ from the texture of the skin from which the picture is acquired by actual observation in separated and analyzing skin surface states, such as a ripple and pore, and skin internal states, such as a stain and a freckle, and evaluating, and aims at enabling it to evaluate the skin accurately.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In this artifice dividing the reflective picture of the skin into a surface reflected light picture and an internal reflection picture, and forming By using the both sides of S polarization and P polarization as a light which do incidence to the skin, and receiving the reflected light to each incident light about the both sides of S polarization component and P polarization component The surface reflected light component and internal reflection component of the skin at the time of making the natural light into an incident light can be computed, and the surface reflected light picture and internal reflection picture of the skin equal to actual texture can be acquired by this, If people's visual system extracts the component belonging to the spatial-frequency band which has high sensitivity and forms a picture from the surface reflected light component of the skin in doing still in this way and forming a surface reflected light picture from the surface reflected light component of the skin The surface reflected light picture of the skin of high sharpness could be acquired, and it finds out that the analysis evaluation of

the feature on the front face of the skin can be carried out more proper, and came to complete this invention.

[0010] Namely, this invention makes a skin front face carry out incidence of S polarization and the P polarization, respectively. S polarization component and P polarization component of the reflected light at the time of carrying out incidence of S polarization component of the reflected light at the time of carrying out incidence of the S polarization, P polarization component, and the P polarization are received, respectively. Based on those light-receiving intensity, it asks for the surface reflected light component or internal reflection component at the time of making the natural light put to the skin ON in independent, and the skin surface observation method characterized by acquiring a surface reflected light picture or an internal reflection picture is offered.

[0011] Moreover, the method of forming a surface reflected light picture based on the component of the spatial frequency which belongs to the equivalent visual-sense band of people's visual system among the surface reflected light components of the skin as a method of forming the surface reflected light picture suitable for the analysis of the surface state of the skin and evaluation is offered.

[0012] Furthermore, the observation result of the surface state of the skin is quantified, the power of the component of the spatial frequency which belongs to the equivalent visual-sense band of people's visual system among the surface reflected light components of the skin is integrated as a method of being based on the quantified numeric value, analyzing the surface state of the skin and enabling it to evaluate it, and the evaluation method of the skin of evaluating the surface state of the skin based on this value is offered.

[0013] moreover, as skin surface observation equipment which enforces the skin surface observation method of this invention The irradiation means to which it can become from the irradiation light source and a polarizing filter, and a skin front face can be made to carry out incidence of S polarization and the P polarization, respectively, The polarizing filter which makes S polarization component or P polarization component of the reflected light by S polarization or P polarization which carried out incidence to the skin from this irradiation means penetrate, The image pck-up equipment which receives S polarization component or P polarization component which penetrated this polarizing filter, the control computational unit to which a monitor is made to output a surface reflected light picture or an internal reflection picture based on the signal from image pck-up equipment, and the skin surface observation equipment characterized by having a monitor are offered.

[0014] Hereafter, this invention is explained in detail.

[0015] This invention is based on the following principles at the time of carrying out incidence of S polarization and the P polarization to the skin. In addition, subscripts D and S of the inside of the character of the following explanation, and a capital letter Internal reflection and the surface reflected light are expressed, respectively, and they are p of a small letter, and s. P polarization component of an incident light or the reflected light and S polarization component are expressed, respectively.

[0016] As shown in drawing 2 , it is polarizing filter 2for P polarization p from the light source 1 to Skin S. Since the polarizability of an incident light is generally maintained by the surface reflected light although the reflected light will contain the surface reflected light LSp and internal reflection LDp when it lets it pass and incidence of the P

polarization Lp is carried out, this surface reflected light LSp is P polarization component LSpp. It will have. On the other hand, in this surface reflected light LSp, it is S polarization component LSps. It is not contained. Therefore, it is P polarization component LSpp of I (Sp) and this surface reflected light about the intensity of the surface reflected light LSp. They are I (Spp) and S polarization component LSps about intensity. It is I (Sps) about intensity. When it carries out, it is the following formula (1).
[0017]

[Equation 1]

$$\begin{aligned} I(Sp) &= I(Spp) + I(Sps) \\ &= I(Spp) \quad (\because I(Sps) = 0) \end{aligned} \quad \text{式(1)}$$

It is expressed.

[0018] Moreover, internal reflection is P polarization component LDpp, in order that polarizability may generally disappear about the internal reflection LDp in this case. S polarization component LDps It is contained and both intensity ratio is set to 1:1.

Therefore, it is [intensity / of internal reflection LDp] I (Dps) about I (Dpp) and S polarization component in the intensity of I (Dp) and P polarization component of this internal reflection. When it carries out, it is the following formula (2).
[0019]

[Equation 2]

$$\begin{aligned} I(Dp) &= I(Dpp) + I(Dps) \\ &= 2 \cdot I(Dpp) \\ &= 2 \cdot I(Dps) \quad (\because I(Dpp) = I(Dps)) \end{aligned} \quad \text{式(2)}$$

It is expressed.

[0020] Therefore, on-the-strength [of P polarization component in the total reflected light which doubled the surface reflected light LSp and internal reflection LDp] I (pp) is

[0021] like the following formula (3).
[Equation 3]

$$\begin{aligned} I(pp) &= I(Spp) + I(Dpp) \\ &= I(Sp) + I(Dp) / 2 \end{aligned} \quad \text{式(3)}$$

It is expressed and on-the-strength [of S polarization component at this time] I (ps) is [0022] like the following formula (4).
[Equation 4]

$$\begin{aligned} I(ps) &= I(Dps) \\ &= I(Dp) / 2 \end{aligned} \quad \text{式(4)}$$

It is expressed.

[0023] Therefore, on-the-strength [of P polarization component in the respectively total reflected light] I (pp) and on-the-strength [of S polarization component] I (ps) are used for on-the-strength [of the surface reflected light LSp] I (Sp), and on-the-strength [of internal reflection LDp] I (Dp), and as shown in the following formula (5) and (6), it are
[0024].

[Equation 5]

$$I(Sp) = I(pp) - I(ps) \quad \text{式 (5)}$$

[0025]

[Equation 6]

$$I(Dp) = 2 \cdot I(ps) \quad \text{式 (6)}$$

It is expressed.

[0026] On-the-strength [of P polarization component / in / the respectively total reflected light / when similarly it lets the polarizing filter for S polarization pass from the light source 1 and incidence of the S polarization Ls is carried out to the skin / in on-the-strength / of the surface reflected light LSs / I (Ss) and on-the-strength / of internal reflection LDs / I (Ds)] / I (sp), and on-the-strength I (ss) are used, and it is [0027] as shown in the following formula (7) and (

[Equation 7]

$$I(Ss) = I(ss) - I(sp) \quad \text{式 (7)}$$

[0028]

[Equation 8]

$$I(Ds) = 2 \cdot I(sp) \quad \text{式 (8)}$$

It is expressed.

[0029] by the way, the surface reflected light LS at the time of carrying out incidence of the natural light to the skin, since the natural light is a unpolarized light and the intensity of P polarization and S polarization is equal On-the-strength I (S) Are equal to the sum with on-the-strength [with the surface reflected light LSs at the time of carrying out incidence of the S polarization to on-the-strength / of the surface reflected light LSp at the time of carrying out incidence of the P polarization to the skin / I (Sp)] I (Ss). Moreover, internal reflection LD at the time of carrying out incidence of the natural light to the skin On-the-strength I (D) It can set, if equal to the sum with the intensity of the internal reflection LDs at the time of carrying out incidence of the S polarization to the intensity of the internal reflection LDp at the time of carrying out incidence of the P polarization to the skin.

[0030] Therefore, it is [0031] as shown in the following formula (9) from above-mentioned formula (5) - (8), and (10).

[Equation 9]

$$I(S) = I(Sp) + I(Ss) \\ = (I(pp) - I(ps)) + (I(ss) - I(sp)) \quad \text{式 (9)}$$

[0032]

[Equation 10]

$$I(D) = 2 \cdot I(ps) + 2 \cdot I(sp) \quad \text{式 (10)}$$

It can express. Therefore, on-the-strength [of P polarization component of the reflected light at the time of carrying out incidence of the P polarization to the skin] I (pp) and on-

the-strength [of S polarization component] I (ps), And by measuring on-the-strength [of P polarization component of the reflected light at the time of carrying out incidence of the S polarization to the skin] I (sp), and on-the-strength [of S polarization component] I (ss), respectively on-the-strength [of the surface reflected light component at the time of carrying out incidence of the natural light to the skin from a formula (9)] I (S) computable -- on-the-strength [of a formula (10) to an internal reflection component] I (D) It can compute.

[0033] In the skin surface observation method of this invention, after obtaining the intensity of the surface reflected light component at the time of making the natural light put ON in this way, and the intensity of an internal reflection component, based on these, a surface reflected light picture and an internal reflection picture are formed by the conventional method. And states, such as a ripple and pore, are analyzed and evaluated from a surface reflected light picture. Moreover, irregular colors, such as a stain and a freckle, are analyzed and evaluated from an internal reflection picture.

[0034] By the way, in order to analyze surface states, such as a ripple on the front face of the skin, and pore, and to enable it to evaluate them more proper, it is desirable to raise the sharpness of a surface reflected light picture. It is effective to form a surface reflected light picture using the surface reflected light component of the spatial frequency which belongs to the equivalent visual-sense band of people's visual system among the surface reflected light components of the skin for that purpose.

[0035] that is Granger and others as that to which a visual system has sensitivity only in 10-40 spatial-frequency [/mm] (3.5-13CPD) bands on a retina the equivalent visual-sense band (Equivalent Eye Bandpass) is specified (it Function(s) (SQF) E. -- M.Granger, KN.Cupery, and "An Optical Merit [] --) which correlates with subjective Image Judgements" Photogr.Sci.Eng., 16,221 (1972).

[0036] Then, also in this invention, among the surface reflected light component of the skin, and the surface reflected light component of the skin obtained according to the skin surface observation method of this desirable above-mentioned invention, the spatial frequency extracts the thing belonging to the range of an equivalent visual-sense band, and forms a surface reflected light picture. Thereby, the formed picture is vividly recognized by people's visual system at high sensitivity. Furthermore, although the spatial frequency belongs to the range of an equivalent visual-sense band among the surface reflected light components of the skin, by integrating power, the surface state of the skin can be quantified and it becomes possible to evaluate the surface state of the skin accurately by making the integrated value into an index.

[0037] As equipment which enforces the skin surface observation method of this invention as shown in the outline block diagram shown in drawing 1 , it shall consider as the irradiation means it is made to be made to carry out incidence of P polarization and the S polarization to Skin S, respectively, and it shall have the irradiation light source 1 and a polarizing filter 2. In this case, as a polarizing filter 2, filter 2p for P polarization and filter 2s for S polarization may be prepared separately, and one polarizing filter which achieved the function of the both sides of the filter for P polarization and the filter for S polarization as was able to change the installation angle of a polarizing filter suitably may be prepared.

[0038] Moreover, to the equipment of this invention, it shall have the polarizing filter 3 which enables it to receive independent ** for S polarization component and P

polarization component of the reflected light as a light-receiving means of the reflected light from Skin S. Also as a polarizing filter 3 for this light-receiving, filter 3p for P polarization and filter 3s for S polarization may be prepared separately, and one polarizing filter which achieved the function of the both sides of the filter for P polarization and the filter for S polarization as was able to change the installation angle of a polarizing filter suitably may be prepared.

[0039] It has image pick-up equipment 4 which receives S polarization component and P polarization component of the reflected light obtained through the polarizing filter 3 in the latter part of a polarizing filter 3. It is based on a signal (I (pp), I (ps), I (sp), I (ss)) from this image pick-up equipment. The principle of this above-mentioned invention is followed and it is the surface reflected light picture GS. And internal reflection picture GD It shall compute and shall have the control computational unit 5 outputted to a monitor 6, and the monitor 6 which displays this result.

[0040] In this case, a common computer etc. can be used as long as irradiation light source [which constitutes this equipment] 1, polarizing filter 2 and 3, image pick-up equipment 4, and monitor 6 the very thing has incorporated the operation to which what is used for conventional skin surface observation equipment could be used, and the control computational unit 5 also followed the principle of this above-mentioned invention as the content of control.

[0041] Moreover, a part of irradiation means and light-receiving means [at least] are unified in one compact handicap type observation equipment, and you may make it connect other equipment elements to compact observation equipment as a concrete mode of this equipment, or may make it install each equipment element separately.

[0042]

[Function] In according to the skin surface observation method of this invention, dividing the reflected light picture of the skin into a surface reflected light picture and an internal reflection picture, and forming Use the both sides of S polarization and P polarization as a light which do incidence to the skin, and the reflected light to each incident light is received about the both sides of S polarization component and P polarization component. Based on those light-receiving intensity, the intensity of the surface reflected light component of the skin at the time of making the natural light into an incident light and the intensity of an internal reflection component are computed. Therefore, the surface reflected light picture and internal reflection picture of the skin which will be acquired from now on become a thing adapted to actual texture.

[0043] If people's visual system extracts the component belonging to the spatial-frequency band which has high sensitivity and forms a picture from a surface reflected light component in doing still in this way and forming the surface reflected light picture of the skin from the surface reflected light component of the skin, the sharpness of a surface reflected light picture will become high, and will become possible [analyzing the feature on the front face of the skin more proper, and evaluating it]. Moreover, by integrating the component which carried out in this way and was extracted, it becomes possible to quantify the surface state of the skin, and it becomes possible to evaluate the surface state of the skin accurately based on the numeric value acquired by this quantification.

[0044]

[Example] Hereafter, this invention is concretely explained based on an example. In

addition, in each drawing explaining an example, the same sign expresses the same or equivalent component.

[0045] Drawing 3 is explanatory drawing of the photography system of the skin faced and used for enforcing the skin surface observation method of this invention.

5 [0046] As shown in this drawing, this system has polarizing plate 8a in the light source 1 and its front face so that predetermined polarization can be irradiated at a subject's 7 skin S. In this case, as the light source 1, metal halide light source (color temperature of 5700 degrees C) 2 LGT of 1200W is used, putting it in order at intervals of 1000mm, HN32 by the Polaroid company is used as polarizing plate 8a, and it is the distance d1 with the skin
10 S of the light source 1 and a subject 7. It is referred to as 1600mm and is the installation height h1 of the light source 1. It could be 1700mm from the floor line.

[0047] Moreover, the Hi-Vision camera 9 for still pictures (the NIKON CORP. make, CF1000) which prepared polarizing plate 8b in the front face was used as a light-
15 receiving system of the reflected light from Skin S. Distance d2 with the skin S of this camera 9 and a subject 7 It was referred to as 770mm and the installation height h2 of a camera 9 was set to 1100mm from the floor line. moreover, as polarizing plate 8b, it is the same as that of polarizing plate 8a prepared in the front face of the light source 1 -- thing use was carried out

[0048] Since many [as compared with the conventional video picture (NTSC) / as about
20 6 times], the workstation was used for the amount of information of the picture photoed with this Hi-Vision camera 9 for still pictures as a control computational unit, and it saved image information as a digital image, and carried out analysis processing.

[0049] in addition, the reflected light from Skin S is the same as the light source 1 -- a part -- Mitsunari -- a part -- from -- since it becomes, the surface reflected light picture of
25 the skin becomes colorless, and R component which constitutes a picture, G component, and B component will have the same information Then, only G component was used in the analysis of the surface reflected light of the skin.

[0050] In such a system, one woman in her twenties is made into a subject 7, and this subject's surface reflected light picture and internal reflection picture of a cheek next to
30 the skin are acquired. A further comparison sake, When the picture was acquired without using a polarizing plate with the same camera, the surface reflected light picture acquired by this system has checked that ***** of the skin and the information on pore were included sharply, and the information on irregular colors, such as a freckle and a stain, was sharply included in the internal reflection picture.

[0051] Moreover, it is (A) to the skin S which makes a subject three women in her twenties, and is made into an observation part. It is (B) when face toilet and a milky lotion are applied. It is (C) when only cream-like foundation is applied. About the case where cream-like foundation and face powder are applied, the surface reflected light picture was acquired similarly (picture size : 1024x1024 pixels). Consequently, the above
35 (A) (B) (C) It was clear that pore had stopped being conspicuous in order of the makeup skin.
40

[0052] Furthermore, an observation part is considered as a part for a bridge flank with comparatively much pore, and it is (A) like the above. It is (B) when face toilet and a milky lotion are applied. It is (C) when only cream-like foundation is applied. The
45 surface reflected light picture was formed about the case where cream-like foundation and face powder are applied. However, on the occasion of formation of a surface

reflected light picture, the Fourier power spectrum of each surface reflected light component was computed. The result is shown in drawing 4.

[0053] In addition, analysis of a picture was performed by starting 256x256-pixel size. Moreover, calculation of a Fourier power spectrum was performed as follows.

5 [0054] That is, the Fourier transform of Picture $f(x, y)$ is set to $F(x, y)$, the power is set to ϕ , and these are expressed to a case like the following formula.

[0055]

[Equation 11]

$$F(u, v) = \int \int \exp(-2i\pi(ux + vy)) f(x, y) dx dy$$

10

[0056]

[Equation 12]

$$\Phi(u, v) = F(u, v) \cdot F^*(u, v) = |F(u, v)|^2$$

15 Then, in this example, the value which integrated with the power ϕ in a two-dimensional spatial-frequency flat surface like [field / ring-like / of the distance r_i from a zero - $r_j + \Delta r$] the following formula was calculated. Here, j is the number of a ring field.

[0057]

[Equation 13]

$$A(r_j) = \int_0^{\Delta r} \int_{r_j}^{r_j + \Delta r} \Phi(r, \theta) dr d\theta \quad j=1, 2, \dots, m$$

20

[0058]

[Equation 14]

$$r = \sqrt{u^2 + v^2}$$

25

[0059]

[Equation 15]

$$\theta = \tan^{-1}(v/u)$$

30 Moreover, when the spatial frequency (CPD: Cycle Per Degree) of a horizontal axis assumes a subject's observation distance to 30cm in drawing 4, the number of cycles of the sine wave which exists in an angle of visibility is shown, and a vertical axis is the opposite numeric value of power, and shows the amount depending on the amplitude of a sine wave, and sine wave's existence frequency.

35 [0060] It is (A) to the frequency region of the result of this drawing 4 to spatial-frequency 5-30CPD. It is (B) when face toilet and a milky lotion are applied. It is (C) when only cream-like foundation is applied. It turns out that the remarkable difference at the time of applying cream-like foundation and face powder appears. Then, when spatial frequency integrated the power of the thing of an equivalent visual-sense band within the limits like

40

[0061]

[Equation 16]

$$S = \int_{10}^{40} \log(A(r_j)) d\log r_j = \int_{3.5}^{13} \log(A(r)) d\log(r)$$

(The inside of a formula, r_j (system of units : /mm), and r (system of units : CPD) are spatial frequency, and A is a power spectrum)

This result is shown in drawing 5 . The picture characteristic quantity S made into the vertical axis in drawing 5 expresses that the sharp nature of a picture is so low that the value is small. moreover, each above-mentioned makeup skin (A) (B) (C) the ratio to the picture characteristic quantity S of the bare skin of picture characteristic quantity -- R -- asking -- drawing 6 -- the ratio -- R and each makeup skin (A) (B) (C) The relation with a subjectivity evaluation value was carried out. In addition, each makeup skin (A) (B) (C) The subjectivity evaluation value was calculated by the paired comparison method of SHIEFFE which made evaluation criteria the grade of the ease of being visible of the irregularity of pore.

[0062] This drawing 5 to (A) It is (B) when face toilet and a milky lotion are applied. When only a cream-like foundation is applied, (C) The picture characteristic quantity S becomes small at the order at the time of applying cream-like foundation and face powder. a ratio [further as opposed to / it turns out that the value of the picture characteristic quantity S and the difficulty of being visible of pore are in agreement, and / the picture characteristic quantity S of the bare skin of the picture characteristic quantity S of drawing 6 to the makeup skin] -- it turns out that it has the correlation (correlation coefficient 0.96) with high R and subjectivity evaluation value Therefore, it has checked that the picture characteristic quantity S was effective in quantification of the surface state of the skin.

[0063]

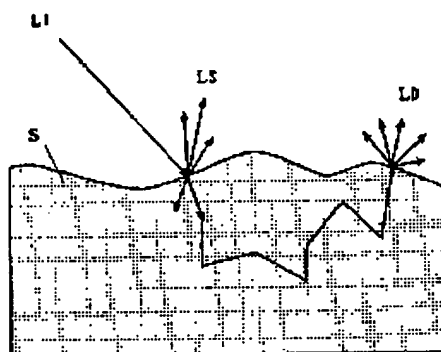
[Effect of the Invention] According to this invention, the surface state of the skin is photographed in a picture, and based on the picture adapted to the texture of the actual skin, it becomes possible in separating and analyzing skin surface states, such as a ripple and pore, and skin internal states, such as a stain and a freckle, and evaluating to evaluate the skin accurately. Furthermore, the surface reflected light picture of the skin is acquired with high sharpness, and it also becomes possible to quantify the surface state of the skin.

[Translation done.]

(9)

特開平7-75629

【図7】



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-75629

(43)公開日 平成7年(1995)3月20日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 6 1 B 5/107

5/00

M 7638-4C

8825-4C

A 6 1 B 5/ 10

3 0 0 Q

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平5-247523

(22)出願日

平成5年(1993)9月7日

(71)出願人 000000918

花王株式会社

東京都中央区日本橋茅場町1丁目14番10号

(72)発明者 小島 伸俊

千葉県習志野市津田沼3-16-25-203

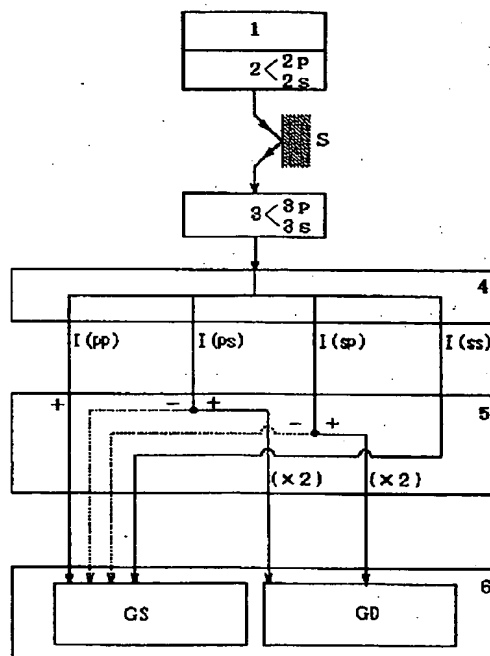
(74)代理人 弁理士 田治米 登 (外1名)

(54)【発明の名称】 皮膚表面観察方法及び皮膚表面観察装置

(57)【要約】

【目的】 皮膚の表面状態を画像に撮り、小じわや毛穴等の皮膚表面状態としみやそばかす等の皮膚内部状態とを分離して解析評価するにあたり、実際の皮膚の質感に即した画像を得、皮膚を適確に評価できるようにする。さらに、皮膚の表面状態の定量化も可能とする。

【構成】 皮膚表面にS偏光とP偏光とをそれぞれ入射させ、S偏光を入射させた場合の反射光のS偏光成分とP偏光成分、及びP偏光を入射させた場合の反射光のS偏光成分とP偏光成分とをそれぞれ受光し、それらの受光強度 $I(pp)$ 、 $I(ps)$ 、 $I(sp)$ 、 $I(ss)$ に基づいて、皮膚に自然光を入射させた場合の表面反射光成分又は内部反射光成分を独立的に求め、表面反射光画像GS又は内部反射光画像GDを得る。また、表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空間周波数の成分を抽出し、表面反射光画像を形成するか、抽出した成分のパワーを積算して表面状態を定量化する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 皮膚表面にS偏光とP偏光とをそれぞれ入射させ、S偏光を入射させた場合の反射光のS偏光成分とP偏光成分、及びP偏光を入射させた場合の反射光のS偏光成分とP偏光成分とをそれぞれ受光し、それらの受光強度に基づいて、皮膚に自然光を入射させた場合の表面反射光成分又は内部反射光成分を独立的に求め、表面反射光画像又は内部反射光画像を得ることを特徴とする皮膚表面観察方法。

【請求項2】 皮膚の表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空間周波数の成分に基づいて表面反射光画像を形成することを特徴とする皮膚表面観察方法。

【請求項3】 皮膚の表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空間周波数の成分のパワーを積算し、この値に基づいて皮膚の表面状態を評価する皮膚の評価方法。

【請求項4】 照射光源と偏光フィルターからなり、皮膚表面にS偏光とP偏光とをそれぞれ入射させることのできる照射手段、該照射手段から皮膚に入射させたS偏光又はP偏光による反射光のS偏光成分又はP偏光成分を透過させる偏光フィルター、該偏光フィルターを透過したS偏光成分又はP偏光成分を受光する撮像装置、撮像装置からの信号に基づき表面反射光画像又は内部反射光画像をモニターに出力させる制御演算装置、及びモニターを有することを特徴とする皮膚表面観察装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、皮膚表面観察方法及び皮膚表面観察装置に関する。更に詳しくは、この発明は、皮膚表面の小じわや毛穴等と皮膚内部のしみやそばかす等の色むらを解析評価するために、光の偏光特性を利用して皮膚表面の反射光画像と皮膚内部の反射光画像とを別個に得る皮膚表面観察方法及び皮膚表面観察装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 肌にファンデーション等の化粧を施して所望の肌を得るためには、肌の質感（肌が観察者にどのように見えるかということ）と肌の物理的特性との対応関係や、化粧の種類や量と化粧を施した肌の物理的特性との対応関係を解析しておき、当該肌に施すべき化粧を定めることが有効である。そのため、従来より、皮膚表面の小じわや毛穴等の状態、あるいは皮膚内部のしみやそばかす等の色むらといった皮膚表面状態を解析し評価することが種々の方法でなされている。

【0003】 この場合の方法としては、単に皮膚を拡大撮影し、その画像を基礎に皮膚表面状態を解析する方法もあるが、この方法では小じわや毛穴等の皮膚表面状態と、しみやそばかす等の皮膚内部状態とを分離して解析し評価することができない。そのため、小じわや毛穴等

2

の状態をしみやそばかす等の色むらと別個に解析し評価できるようにするために、偏光を利用する方法が提案されている（特開平2-206426号公報等）。

【0004】 即ち、図7に示すように、皮膚Sに自然光LIが入射すると、その一部は皮膚表面で反射し（表面反射光LS）、他は皮膚内部へ屈折し、散乱、吸収を繰り返して、再度皮膚表面から出射する（内部反射光LD）。この場合、表面反射光LSは皮膚表面の情報（凹凸情報、屈折率）をもち、内部反射光LDは皮膚内部の情報（肌の色、色むら）を有する。また、表面反射光LSは、入射した自然光LIが所定の偏光面を有する場合に、入射光LIと同じ偏光面の直線偏光として反射されるが、内部反射光LDは偏光性が失われたものとなる。

【0005】 そこで、例えば特開平2-206426号公報においては、第1の偏光フィルターを通して特定の偏光面を持つ光を皮膚に照射し、その反射光を第2の偏光フィルターを通して受光し、皮膚の画像を形成する。そしてこの場合に、第1の偏光フィルターと第2の偏光フィルターの偏光方向を変えて受光光から表面の直接反射光をカットし、皮膚の画像が主に内部反射光に基づいて形成されるようにする。これにより、しみやそばかす等の状態が、第1の偏光フィルターと第2の偏光フィルターの偏光方向を同一にした場合よりも明瞭に得られるようになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の偏光を利用した皮膚表面の観察方法においては、上述の特開平2-206426号公報のように、一つの偏光方向の光のみに基づいて内部反射光に基づく画像を形成するので、得られる画像が実際の質感と異なり、得られた画像に基づいて皮膚を適確に解析し評価することができない場合があるという問題があった。

【0007】 即ち、通常、光源として用いられる光は自然光である。自然光は非偏光であり、S偏光（入射面に垂直な振動面を有する偏光）とP偏光（入射面に平行な振動面を有する偏光）とを同じ強度で含み、観察者はこれら双方の反射光を受光し、皮膚の質感を感じ取ることとなる。一方、このS偏光とP偏光との反射強度は入射角に応じて大きく異なり、例えば、特定の入射角ではS偏光は相当の反射率を示すがP偏光は全く反射されない。よって、S偏光あるいはP偏光の一方のみに基づいて形成した画像は実際に観察される画像と質感が異なることとなる。

【0008】 この発明は以上のような従来技術の課題を解決しようとするものであり、皮膚の表面状態を画像に撮り、小じわや毛穴等の皮膚表面状態としみやそばかす等の皮膚内部状態とを分離して解析し評価するにあたり、その画像が、実際の観察により得られる皮膚の質感と異ならないようにし、皮膚を適確に評価できるようにすることを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明者らは、皮膚の反射画像を表面反射光画像と内部反射光画像とに分離して形成するにあたり、皮膚へ入射させる光としてS偏光とP偏光の双方を使用し、それぞれの入射光に対する反射光をS偏光成分とP偏光成分の双方について受光することにより、自然光を入射光とした場合の皮膚の表面反射光成分と内部反射光成分を算出でき、これにより実際の質感に等しい皮膚の表面反射光画像と内部反射光画像を得られること、さらにこのようにして皮膚の表面反射光成分から表面反射光画像を形成するにあたり、皮膚の表面反射光成分から、人の視覚系が高い感度を有する空間周波数帯域に属する成分を抽出して画像を形成すると、高い鮮鋭度の皮膚の表面反射光画像を得られ、皮膚表面の特徴をより適格に解析評価できることを見出し、この発明を完成させるに至った。

【0010】即ち、この発明は、皮膚表面にS偏光とP偏光とをそれぞれ入射させ、S偏光を入射させた場合の反射光のS偏光成分とP偏光成分、及びP偏光を入射させた場合の反射光のS偏光成分とP偏光成分とをそれぞれ受光し、それらの受光強度に基づいて、皮膚に自然光を入射させた場合の表面反射光成分又は内部反射光成分を独立的に求め、表面反射光画像又は内部反射光画像を得ることを特徴とする皮膚表面観察方法を提供する。

【0011】また、皮膚の表面状態の解析、評価に適した表面反射光画像を形成する方法として、皮膚の表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空間周波数の成分に基づいて表面反射光画像を形成する方法を提供する。

【0012】さらに、皮膚の表面状態の観察結果を定量化し、その定量化した数値に基づいて皮膚の表面状態を解析、評価できるようにする方法として、皮膚の表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空*

$$\begin{aligned} I(Sp) &= I(Spp) + I(Sps) \\ &= I(Spp) \quad (\because I(Sps) = 0) \end{aligned} \quad \text{式(1)}$$

と表される。

【0018】また、この場合の内部反射光L_{Dp}については、一般に、内部反射光は偏光性が消失するため、P偏光成分L_{Dpp}とS偏光成分L_{Dps}とが含まれ、両者の強度比は1:1となる。したがって、内部反射光L_{Dp}の強*

$$\begin{aligned} I(Dp) &= I(Dpp) + I(Dps) \\ &= 2 \cdot I(Dpp) \\ &= 2 \cdot I(Dps) \quad (\because I(Dpp) = I(Dps)) \end{aligned} \quad \text{式(2)}$$

と表される。

【0020】したがって、表面反射光L_{Sp}と内部反射光L_{Dp}とを合わせたトータルの反射光におけるP偏光成分

*間周波数の成分のパワーを積算し、この値に基づいて皮膚の表面状態を評価する皮膚の評価方法を提供する。

【0013】また、この発明の皮膚表面観察方法を実施する皮膚表面観察装置として、照射光源と偏光フィルターからなり、皮膚表面にS偏光とP偏光とをそれぞれ入射させることのできる照射手段、該照射手段から皮膚に入射させたS偏光又はP偏光による反射光のS偏光成分又はP偏光成分を透過させる偏光フィルター、該偏光フィルターを透過したS偏光成分又はP偏光成分を受光する撮像装置、撮像装置からの信号に基づき表面反射光画像又は内部反射光画像をモニターに出力させる制御演算装置、及びモニターを有することを特徴とする皮膚表面観察装置を提供する。

【0014】以下、この発明を詳細に説明する。

【0015】この発明は皮膚にS偏光とP偏光とを入射させた場合の次のような原理に基づいている。なお、以下の説明の文字中、大文字の添字D、Sはそれぞれ内部反射光、表面反射光を表しており、小文字のp、sはそれぞれ入射光あるいは反射光のP偏光成分、S偏光成分を表している。

【0016】図2に示したように、例えば皮膚Sに、光源1からP偏光用偏光フィルター2pを通してP偏光L_pを入射させた場合、反射光は表面反射光L_{Sp}と内部反射光L_{Dp}とを含むこととなるが、一般に表面反射光では入射光の偏光性が維持されるので、この表面反射光L_{Sp}はP偏光成分L_{Spp}を有することとなる。一方、この表面反射光L_{Sp}にはS偏光成分L_{Sps}は含まれない。したがって、表面反射光L_{Sp}の強度をI(Sp)、この表面反射光のP偏光成分L_{Spp}の強度をI(Spp)、S偏光成分L_{Sps}の強度をI(Sps)とすると、次式(1)

【0017】

【数1】

※度をI(Dp)、この内部反射光のP偏光成分の強度をI(Dpp)、S偏光成分をI(Dps)とすると、次式(2)

【0019】

【数2】

の強度I(pp)は、次式(3)のように

【0021】

【数3】

$$\begin{aligned}
 I(pp) &= I(Spp) + I(Dpp) \\
 &= I(Sp) + I(Dp)/2
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

と表され、このときのS偏光成分の強度I(ps)は、次式 * 【0022】
 (4) のように * 【数4】

$$\begin{aligned}
 I(ps) &= I(Dps) \\
 &= I(Dp)/2
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

と表される。

※I(ps)を用いて、次式(5)、(6)のように

【0023】 によって、表面反射光LSpの強度I(Sp)と内 10 【0024】
 部反射光LDpの強度I(Dp)は、それぞれトータルの反射 【数5】
 光におけるP偏光成分の強度I(pp)とS偏光成分の強度※

$$I(Sp) = I(pp) - I(ps) \tag{5}$$

【0025】 ★ ★ 【数6】

$$I(Dp) = 2 \cdot I(ps) \tag{6}$$

と表される。

☆度I(sp)とS偏光成分の強度I(ss)を用いて、次式

【0026】 同様に、光源1からS偏光用偏光フィルタ (7)、(8) のように
 ーを通して、皮膚にS偏光Lsを入射させた場合、表面 【0027】
 反射光LSsの強度I(Ss)と内部反射光LDsの強度I(Ds) 20 【数7】
 は、それぞれトータルの反射光におけるP偏光成分の強☆

$$I(Ss) = I(ss) - I(sp) \tag{7}$$

【0028】 ◆ ◆ 【数8】

$$I(Ds) = 2 \cdot I(sp) \tag{8}$$

と表される。

* せた場合の内部反射光LDpの強度とS偏光を入射させた
 場合の内部反射光LDsの強度との和に等しいと置くこと
 30 ができる。

【0029】 ところで、自然光は非偏光であり、P偏光
 とS偏光の強度は等しいから、自然光を皮膚に入射させ
 た場合の表面反射光LSの強度I(S)は、皮膚にP偏光
 を入射させた場合の表面反射光LSpの強度I(Sp)とS偏
 光を入射させた場合の表面反射光LSsとの強度I(Ss)と
 の和に等しく、また、自然光を皮膚に入射させた場合の
 内部反射光LDの強度I(D)は、皮膚にP偏光を入射さ*

【0030】 したがって、上記式(5)～(8)から、
 次式(9)、(10)のように
 【0031】
 【数9】

$$\begin{aligned}
 I(S) &= I(Sp) + I(Ss) \\
 &= (I(pp) - I(ps)) + (I(ss) - I(sp))
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

【0032】 ※40※ 【数10】

$$I(D) = 2 \cdot I(ps) + 2 \cdot I(sp) \tag{10}$$

と表すことができる。よって、皮膚にP偏光を入射させ
 た場合の反射光のP偏光成分の強度I(pp)とS偏光成分
 の強度I(ps)、及び皮膚にS偏光を入射させた場合の反
 射光のP偏光成分の強度I(sp)とS偏光成分の強度I(s
 s)とをそれぞれ測定することにより、式(9)から皮膚
 に自然光を入射させた場合の表面反射光成分の強度I
 (S)を算出でき、式(10)から内部反射光成分の強度
 I(D)を算出できることとなる。

【0033】 この発明の皮膚表面観察方法において、こ
 うして自然光を入射させた場合の表面反射光成分の強度
 と内部反射光成分の強度を得た後は、これらに基づい
 て、常法により表面反射光画像と内部反射光画像を形成
 する。そして、表面反射光画像から小じわや毛穴等の状
 態を解析し評価する。また、内部反射光画像からしみや
 そばかす等の色むらを解析し、評価する。

50 【0034】 ところで、皮膚表面の小じわや毛穴等の表

面状態をより適格に解析、評価できるようにするためには、表面反射光画像の鮮鋭度を向上させることが好ましい。そのためには皮膚の表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空間周波数の表面反射光成分を使用して表面反射光画像を形成することが有効である。

【0035】即ち、Grangerらは視覚系が網膜上で10~40本/mm (3.5~13CPD)の空間周波数帯域にのみ感度をもつものとして等価視覚帯域 (Equivalent Eye Bandpass) を規定している (E. M. Granger, K. N. Cupery, "An Optical Merit Function (SQF), which correlates with subjective image judgements", Photogr. Sci. Eng., 16, 221 (1972))。

【0036】そこでこの発明においても皮膚の表面反射光成分、好ましくは上記のこの発明の皮膚表面観察方法にしたがって得られる皮膚の表面反射光成分のうち、その空間周波数が等価視覚帯域の範囲に属するものを抽出し、表面反射光画像を形成する。これにより、形成された画像は人の視覚系に鮮明に高感度に認識されるものとなる。さらに、皮膚の表面反射光成分のうち、その空間周波数が等価視覚帯域の範囲に属するもののパワーを積算することにより、皮膚の表面状態を定量化でき、その積算値を指標として皮膚の表面状態を適確に評価することが可能となる。

【0037】この発明の皮膚表面観察方法を実施する装置としては、図1に示した概略構成図のように、皮膚SにP偏光とS偏光をそれぞれ入射せられるようにする照射手段として、照射光源1と偏光フィルター2を有するものとする。この場合、偏光フィルター2としては、P偏光用フィルター2pとS偏光用フィルター2sとを別個に設けてもよく、偏光フィルターの設置角度を適宜変更できるようにしてP偏光用フィルターとS偏光用フィルターの双方の機能を果たすようにした一つの偏光フィルターを設けてもよい。

【0038】また、この発明の装置には、皮膚Sからの反射光の受光手段として、反射光のS偏光成分とP偏光成分とを独立的に受光できるようにする偏光フィルター3を有するものとする。この受光用の偏光フィルター3としても、P偏光用フィルター3pとS偏光用フィルター3sとを別個に設けてもよく、偏光フィルターの設置角度を適宜変更できるようにしてP偏光用フィルターとS偏光用フィルターの双方の機能を果たすようにした一つの偏光フィルターを設けてもよい。

【0039】偏光フィルター3の後段には、偏光フィルター3を通して得られた反射光のS偏光成分とP偏光成分を受光する撮像装置4を有し、この撮像装置からの信号 (I (pp)、I (ps)、I (sp)、I (ss)) に基づき、前述

のこの発明の原理にしたがって表面反射光画像GS及び内部反射光画像GDを算出し、モニター6に出力する制御演算装置5、及びこの結果を表示するモニター6を有するものとする。

【0040】この場合、この装置を構成する照射光源1、偏光フィルター2、3、撮像装置4、モニター6自体は従来の皮膚表面観察装置に使用されているものを使用することができ、また、制御演算装置5もその制御内容として前述のこの発明の原理に従った演算を組み込んでいる限り、一般的なコンピュータ等を使用することができる。

【0041】また、この装置の具体的態様としては、照射手段と受光手段の少なくとも一部を一つのハンディタイプのコンパクトな観察装置内に一体化し、他の装置要素をコンパクトな観察装置に接続するようにしてもよく、あるいは個々の装置要素を別個に設置するようにしてもよい。

【0042】

【作用】この発明の皮膚表面観察方法によれば、皮膚の反射光画像を表面反射光画像と内部反射光画像とに分離して形成するにあたり、皮膚へ入射させる光としてS偏光とP偏光の双方を使用し、それぞれの入射光に対する反射光をS偏光成分とP偏光成分の双方について受光し、それらの受光強度に基づいて、自然光を入射光とした場合の皮膚の表面反射光成分の強度と内部反射光成分の強度を算出する。したがって、これから得られる皮膚の表面反射光画像と内部反射光画像は実際の質感に即したのものとなる。

【0043】さらにこのようにして皮膚の表面反射光成分から皮膚の表面反射光画像を形成するにあたり、表面反射光成分から、人の視覚系が高い感度を有する空間周波数帯域に属する成分を抽出して画像を形成すると、表面反射光画像の鮮鋭度が高くなり、皮膚表面の特徴をより適格に解析し評価することが可能となる。また、このようにして抽出した成分を積算することにより、皮膚の表面状態を定量化することが可能となり、この定量化により得られた数値に基づいて皮膚の表面状態を適確に評価することが可能となる。

【0044】

【実施例】以下、この発明を実施例に基づいて具体的に説明する。なお、実施例を説明する各図において、同一符号は同一又は同等の構成要素を表している。

【0045】図3は、この発明の皮膚表面観察方法を実施するに際して使用した皮膚の撮影システムの説明図である。

【0046】同図のようにこのシステムは、被験者7の皮膚Sに所定の偏光を照射できるように、光源1とその前面に偏光板8aを有している。この場合、光源1としては1200Wのメタルハライド光源 (色温度5700℃) 2灯を1000mmの間隔で並べて使用し、偏光板

8aとしてはポラロイド社製のHN32を使用し、光源1と被験者7の皮膚Sとの距離d1を1600mmとし、光源1の設置高さh1は床面から1700mmとした。

【0047】また、皮膚Sからの反射光の受光系として、偏光板8bを前面に設けた静止画用ハイビジョンカメラ（ニコン社製、CF1000）9を使用した。このカメラ9と被験者7の皮膚Sとの距離d2は770mmとし、カメラ9の設置高さh2は床面から1100mmとした。また、偏光板8bとしては、光源1の前面に設けた偏光板8aと同様のものを使用した。

【0048】この静止画用ハイビジョンカメラ9で撮影した画像の情報量は、従来のビデオ画像（NTSC）に比較して約6倍と多いので、制御演算装置としてはワークステーションを使用し、画像情報をデジタル画像として保存し、解析処理した。

【0049】なお、皮膚Sからの反射光は光源1と同じ分光成分からなるので、皮膚の表面反射光画像は無彩色となり、画像を構成するR成分、G成分、B成分は同一情報を有することとなる。そこで、皮膚の表面反射光の解析にあたっては、G成分のみを使用した。

【0050】このようなシステムにおいて、20代の女性1名を被験者7とし、この被験者の頬の素肌の表面反射光画像と内部反射光画像を得、さらに比較のため、同様のカメラで偏光板を使用せずに画像を得たところ、このシステムにより得られた表面反射光画像は、皮膚のこじわや毛穴の情報が鮮鋭に含まれており、また内部反射光画像にはそばかすやしみ等の色むらの情報が鮮鋭に含まれていることが確認できた。

【0051】また、20代の女性3名を被験者とし、観察部位とする皮膚Sに、(A)化粧水と乳液を塗布した場合、(B)クリーム状ファンデーションのみを塗布した場合、(C)クリーム状ファンデーションと粉おしろいを塗布した場合について、同様に表面反射光画像を得た（画像サイズ：1024×1024画素）。その結果、上記(A)、(B)、(C)の化粧肌の順に毛穴が目立たなくなっていることが明瞭であった。

【0052】さらに、観察部位を毛穴が比較的多い鼻梁側部分とし、上記と同様にして、(A)化粧水と乳液を塗布した場合、(B)クリーム状ファンデーションのみを塗布した場合、(C)クリーム状ファンデーションと粉おしろいを塗布した場合について表面反射光画像を形成した。ただし表面反射光画像の形成に際して、それぞれの表面反射光成分のフーリエパワースペクトルを算出した。その結果を図4に示す。

【0053】なお、画像の解析は256×256画素サイズを切り出して行った。またフーリエパワースペクトルの算出は次のように行った。

【0054】即ち、画像f(x, y)のフーリエ変換をF(x, y)とし、そのパワーをΦとし場合に、これら

は次式のように表される。

【0055】

【数11】

$$F(u,v) = \int \int \exp(-2i\pi(ux+vy)) f(x,y) dx dy$$

【0056】

【数12】

$$\Phi(u,v) = F(u,v) \cdot F^*(u,v) = |F(u,v)|^2$$

そこで、この実施例においては、2次元空間周波数平面におけるパワーΦを原点からの距離r₁ ~ r_j + Δrのリング状領域について次式のように積分した値を求めた。ここで、jはリング領域の番号である。

【0057】

【数13】

$$A(r_j) = \int_0^{r_j} \int_{r_j}^{r_j+\Delta r} \Phi(r,\theta) dr d\theta \quad j=1,2,\dots,m$$

【0058】

【数14】

$$r = \sqrt{u^2 + v^2}$$

【0059】

【数15】

$$\theta = \tan^{-1}(v/u)$$

また、図4において横軸の空間周波数（CPD：Cycle Per Degree）は、被験者の観察距離を30cmに想定した場合に視野角内に存在する正弦波のサイクル数を示しており、縦軸はパワーの対数値で、正弦波の振幅及び正弦波の存在頻度に依存する量を示している。

【0060】この図4の結果から、空間周波数5～30CPDの周波数域に、(A)化粧水と乳液を塗布した場合、(B)クリーム状ファンデーションのみを塗布した場合、(C)クリーム状ファンデーションと粉おしろいを塗布した場合の顕著な差異が現れることがわかった。そこで、空間周波数が等価視覚帯域の範囲内のもののパワーを次式のように積算することにより画像特徴量Sを算出した。

【0061】

【数16】

$$S = \int_{10}^{40} \log(A(r_j)) d\log r_j = \int_{3.5}^{13} \log(A(r)) d\log(r)$$

（式中、r_j（単位系：本/mm）、r（単位系：CP

D)は空間周波数であり、Aはパワースペクトルである)

この結果を図5に示す。図5において縦軸とした画像特徴量Sは、その値が小さいほど画像の鮮鋭性が低いことを表している。また、上述の各化粧品(A)、(B)、(C)の画像特徴量の素肌の画像特徴量Sに対する比Rを求め、図6に、その比Rと各化粧品(A)、(B)、(C)の主観評価値との関係をした。なお、各化粧品(A)、(B)、(C)の主観評価値は、毛穴の凹凸の見え易さの程度を評価項目としたシェッフェの対比較法により求めた。

【0062】この図5から、(A)化粧水と乳液を塗布した場合、(B)クリーム状ファンデーのみを塗布した場合、(C)クリーム状ファンデーションと粉おしろいを塗布した場合の順に画像特徴量Sが小さくなっていき、画像特徴量Sの値と毛穴の見えにくさが一致していることがわかり、さらに図6から、化粧肌の画像特徴量Sの素肌の画像特徴量Sに対する比Rと主観評価値とが高い相関関係(相関係数0.96)を有していることがわかる。したがって、画像特徴量Sは皮膚の表面状態の定量化に有効であることが確認できた。

【0063】

【発明の効果】この発明によれば、皮膚の表面状態を画像に撮り、小じわや毛穴等の皮膚表面状態としみやそばかす等の皮膚内部状態とを分離して解析し評価するにあたり、実際の皮膚の質感に即した画像に基づいて、皮膚を適確に評価することが可能となる。さらに、皮膚の表面反射光画像を高い鮮鋭度で得、皮膚の表面状態を定量化することも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の装置の説明図である。

【図2】この発明の皮膚表面観察方法の原理の説明図である。

【図3】実施例のシステムの概略図である。

【図4】表面反射光成分のフーリエパワースペクトル図である。

【図5】表面反射光成分に基づく画像特徴量と化粧肌の種類との関係図である。

【図6】化粧肌の画像特徴量の素肌の画像特徴量に対する比Rと化粧肌の主観評価値との関係図である。

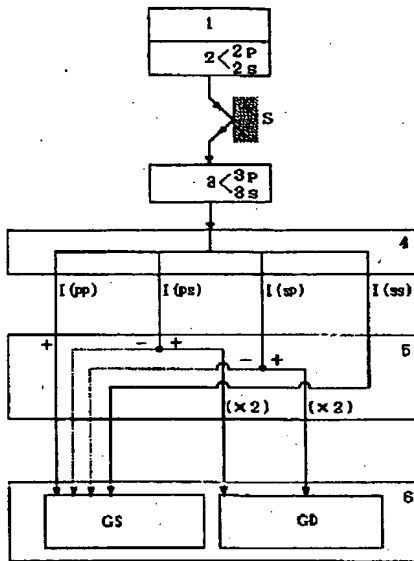
【図7】皮膚に自然光が入射した場合の表面反射と内部

反射の説明図である。

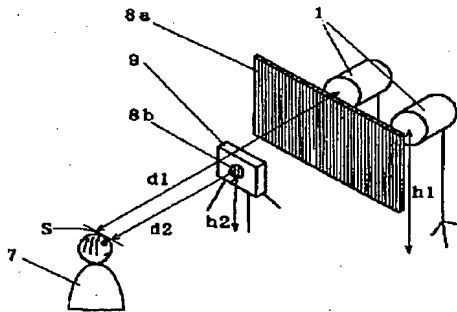
【符号の説明】

1	光源
2	偏光フィルター
2p	P偏光用偏光フィルター
2s	S偏光用偏光フィルター
3	偏光フィルター
4	撮像装置
5	制御演算装置
10 6	モニター
7	被験者
8	偏光板
9	カメラ
I(D)	自然光入射時の内部反射光の強度
I(Dpp)	P偏光入射時の内部反射光のP偏光成分の強度
I(Dps)	P偏光入射時の内部反射光のS偏光成分の強度
I(Ds)	S偏光入射時の内部反射光の強度
I(pp)	P偏光入射時の、表面反射光と内部反射光を合わせたトータルの反射光のP偏光成分の強度
20 I(ps)	P偏光入射時の、表面反射光と内部反射光を合わせたトータルの反射光のS偏光成分の強度
I(S)	自然光入射時の表面反射光の強度
I(Sp)	P偏光入射時の表面反射光の強度
I(Spp)	P偏光入射時の表面反射光のP偏光成分の強度
I(Sps)	P偏光入射時の表面反射光のS偏光成分の強度
I(Ss)	S偏光入射時の表面反射光の強度
I(sp)	S偏光入射時の表面反射光と内部反射光を合わせたトータルの反射光のP偏光成分の強度
I(ss)	S偏光入射時の表面反射光と内部反射光を合わせたトータルの反射光のS偏光成分の強度
30 I(L)	入射光
L(D)	内部反射光
L(Dpp)	P偏光入射時の内部反射光のP偏光成分
L(Dps)	P偏光入射時の内部反射光のS偏光成分
L(p)	P偏光
L(s)	S偏光
LS	表面反射光
L(Spp)	P偏光入射光に対する表面反射光のP偏光成分
L(Sps)	P偏光入射光に対する表面反射光のS偏光成分
40 S	皮膚

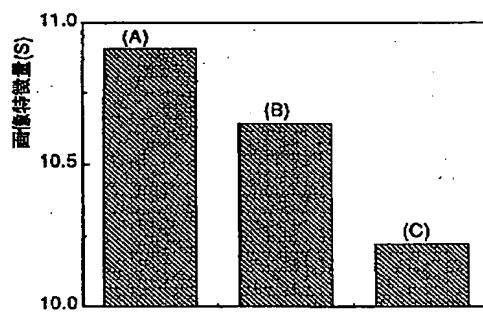
【図1】



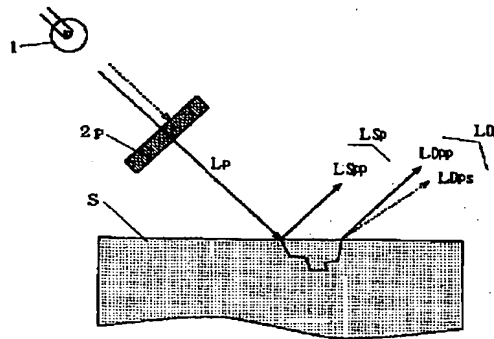
【図3】



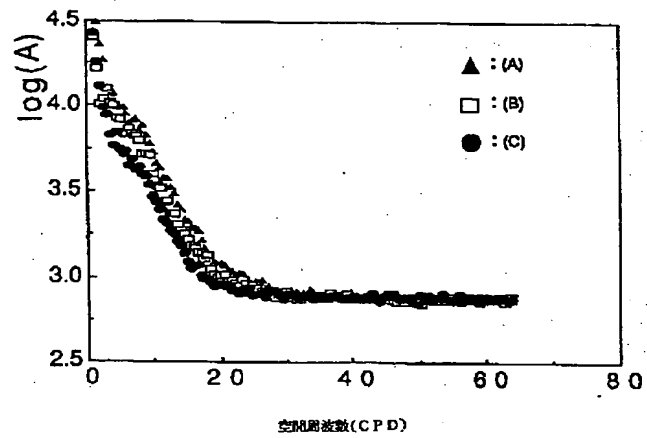
【図5】



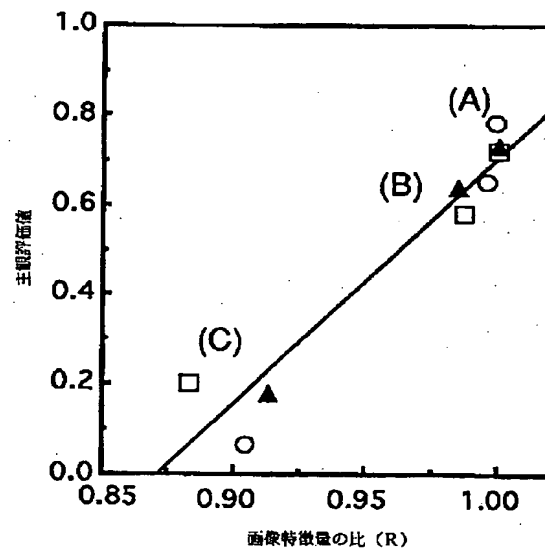
【図2】



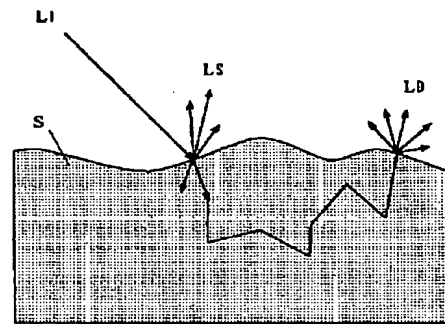
【図4】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.